

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年2月17日 (17.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/015737 A1

(51) 国際特許分類: H03H 21/00, G05B 13/02, H04B 3/23, 7/005, H04R 3/00, H04S 7/00, G10K 11/178

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011568

(22) 国際出願日: 2004年8月5日 (05.08.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-291614 2003年8月11日 (11.08.2003) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立
行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND
TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉
県 川口市 本町 4-1-8 Saitama (JP).

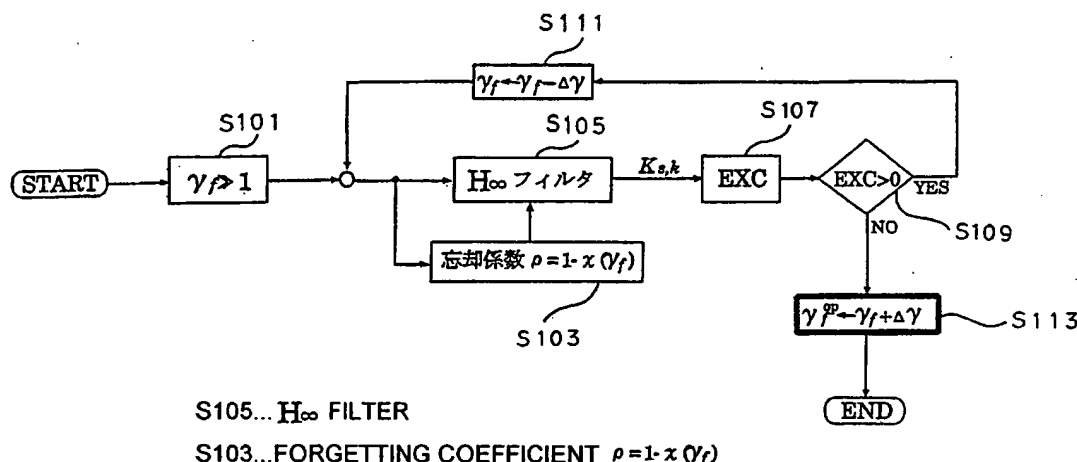
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西山 清
(NISHIYAMA, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒020-0133 岩手県 盛
岡市 青山 4-17-47-504 Iwate (JP).(74) 代理人: 橋爪 健 (HASHIZUME, Takeshi); 〒104-0061
東京都 中央区 銀座 3丁目 13番 17号 Tokyo (JP).(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: SYSTEM ESTIMATION METHOD, PROGRAM, RECORDING MEDIUM, SYSTEM ESTIMATION DEVICE

(54) 発明の名称: システム推定方法及びプログラム及び記録媒体、システム推定装置



(57) Abstract: It is possible to establish an estimation method capable of logically and optimally deciding a forgetting coefficient and develop an estimation algorithm and a high-speed algorithm which are numerically stable. Firstly, a processing section reads out or receives an upper limit value γ_f from a storage section or an input section (S101). The processing section decides a forgetting coefficient ρ by equation (15) (S103). After this, according to the forgetting coefficient ρ , the processing section executes a hyper H_∞ filter of equations (10-13) (S105). The processing section (101) calculates the existence condition of equation (17) (or equation (18) which will be given later) (S107). When the existence condition is satisfied at all the times (S109), γ_f is decreased by $\Delta\gamma$ and the same processing is repeated (S111). On the other hand, when the existence condition is not satisfied by a certain γ_f (S109), the $\Delta\gamma$ is added to the γ_f and the sum is output to an output section and/or stored in the storage section as an optimal value γ_f^{op} of the γ_f (S113).

(57) 要約: 忘却係数を理論的に最適に決定できる推定方法を確立すると共に、その数値的に安定な推定アルゴリズムと高速アルゴリズムを開発する。まず、処理部は、記憶部又は入力部から上限値 γ_f を読み出し又は入力する(S101)。処理部は、式(15)によって忘却係数 ρ を決定する(S103)。その後、処理部は、忘却係数 ρ に基づき、式(10)～式(13)のハイパー- H_∞ フィルタを実行する(S105)。処理部101は、式(17)(あるいは、後述の式(18))の存在条件を計算し(S107)、その存在条件がすべての時刻で満たされれば(S109)、 γ_f を $\Delta\gamma$ だけ小さくして同じ処理を繰り返す(S111)。一方、ある γ_f で存在条件を満たさなくなっ

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2005/015737 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書 1420 Rec'd PCT/PTO 07 FEB 2006

システム推定方法及びプログラム及び記録媒体、システム推定装置

5 技術分野

本発明は、システム推定方法及びプログラム及び記録媒体、システム推定装置に係り、特に、 H_{∞} 評価基準に基づいて開発されたハイパー H_{∞} フィルタの高速 H_{∞} フィルタリングアルゴリズムを用いて、状態推定のロバスト化と忘却係数の最適化を同時に実現するシステム推定方法及びプログラム及び記録媒体、システム推定装置に関する。

背景技術

一般に、システム推定とは、入出力データに基づいてシステムの入出力関係の数理モデル(伝達関数、あるいはインパルス応答など)のパラメータを推定することである。

15 代表的な応用例として、国際通信におけるエコーキャンセラ、データ通信における自動等化器、音響システムにおけるエコーキャンセラや音場再生および自動車などにおけるアクティブ騒音制御などがある。詳細は、非特許文献1、1993年電子情報通信学会「デジタル信号処理ハンドブック」等参照。

20 (基本原理)

図8に、システム推定のための構成図の例を示す(未知システムはIIR(Infinite Impulse Response)フィルタで表現してもよい)。

このシステムは、未知システム1、適応フィルタ2を備える。また、適応フィルタ2は、FIRデジタルフィルタ3、適応アルゴリズム4を有する。

25 以下に、未知システム1を同定する出力誤差方式の一例を説明する。ここで、 u_k は

未知システム1の入力、 d_k は所望信号であるシステムの出力、 \hat{d}_k はフィルタの出力である。(なお、「 $\hat{}$ 」は、推定値の意味であり、文字の真上に付されるものであるが、入力の都合上文字の右上に記載する。以下同様。)

未知システムのパラメータとしては、一般にインパルス応答が用いられるので、適応
5 フィルタは図の評価誤差 $e_k = d_k - \hat{d}_k$ を最小にするように適応アルゴリズムによってFIRデジタルフィルタ3の係数を調節する。

また、従来、システムのパラメータ(状態)の推定には、誤差共分散行列の更新式
(リカッチ方程式)に基づくカルマンフィルタが広く用いられて来た。詳細は、非特許文
献2. S. Haykin: Adaptive filter theory, Prentice-Hall(1996)などに示され
10 ている。

以下にカルマンフィルタの基本原理について説明する。

次式のように、状態空間モデルで表された線形システム

$$x_{k+1} = \rho^{-1/2} x_k, \quad y_k = H_k x_k + v_k \quad (1)$$

の状態 x_k の最小分散推定値 $\hat{x}_{k|k}$ は、状態の誤差共分散行列 $\hat{\Sigma}_{k|k-1}$ を用いて次の
15 ように得られる。

$$\begin{aligned} \hat{x}_{k|k} &= \hat{x}_{k|k-1} + K_k (y_k - H_k \hat{x}_{k|k-1}) \\ \hat{x}_{k+1|k} &= \rho^{-1/2} \hat{x}_{k|k} \end{aligned} \quad (2)$$

$$K_k = \hat{\Sigma}_{k|k-1} H_k^T (\rho + H_k \hat{\Sigma}_{k|k-1} H_k^T)^{-1} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \hat{\Sigma}_{k|k} &= \hat{\Sigma}_{k|k-1} - K_k H_k \hat{\Sigma}_{k|k-1} \\ \hat{\Sigma}_{k+1|k} &= \hat{\Sigma}_{k|k} / \rho \end{aligned} \quad (4)$$

ただし、

$$\hat{x}_{0|-1} = 0, \quad \hat{\Sigma}_{0|-1} = \varepsilon_0 I, \quad \varepsilon_0 > 0 \quad (5)$$

x_k : 状態ベクトルまたは単に状態; 未知であり、これが推定の対象となる。

y_k : 観測信号; フィルタの入力となり、既知である。

H_k : 観測行列; 既知である。

20 v_k : 観測雑音; 未知である。